REGIONE BASILICATA
PROVINCIA DI POTENZA

COMUNE DI TITO

PROGETTO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA, DI POTENZA P = 992.25 KWP, IN AGRO DEL COMUNE DI TITO SULLA PARTICELLA CATASTALE N°88 DEL FOGLIO N°71

COMMITTENTE:

SOCIETA' ENERGETICA LUCANA S.p.a.
Corso Umberto I°, 28
85100 Potenza

PROGETTISTA:

Ing. Vincenzo Ierace
Via Tiera, 1 - Tel./Fax 0971/24943
85100 Potenza

PD.RL.02

ELABORATO:

PROGETTO DEFINITIVO
RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA

SCALA:	DATA:	AGGIORNAMENTI:
-	Novembre 2010	-

<table>
<tr><td>Progettista:
Ing. Vincenzo IERACE</td><td>PROGETTO DEFINITIVO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA, DÌ POTENZA P = 992.25 KWP, IN AGRO DEL COMUNE DI TITO, SULLA PARTICELLA CATASTALE N°88 DEL FOGLIO N°71</td></tr>
<tr><td>Committente:
SOCIETA' ENERGETICA LUCANA S.P.A.
Corso Umberto I°, 28
85100 POTENZA</td><td>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA</td></tr>
</table>

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA

INDICE

1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Nella presente relazione vengono illustrati i principi di base adottati nella progettazione dell'Impianto Fotovoltaico a terra, di potenza complessiva pari a 992.25 kWp, da realizzare, per conto della Società Energetica Lucana, in Agro del Comune di Tito (PZ), in località Isca, sul terreno avente la seguente identificazione catastale: Comune di Tito – Foglio n°71 – Particella n°88.

L'Impianto Fotovoltaico in questione sarà del tipo a pannelli su strutture fisse ancorate al terreno; esso avrà una Potenza nominale P = 992.25 KWP e sarà essenzialmente composto dai seguenti elementi:

1) Viabilità di accesso
2) Recinzione
3) Strutture di sostegno a vela fissa
4) Cabina BT/MT
5) Cabina Consegna Enel
6) Pannelli fotovoltaici
7) Quadri Elettrici
8) Inverter centralizzati
9) String comb max 60 kW
10) Impianti ausiliari
11) Sistema di sicurezza e sorveglianza
12) Connessione alla Rete elettrica pubblica

Il posizionamento delle apparecchiature e delle strutture dell'impianto, nonché il tracciamento delle opere edili, è stato eseguito partendo dalla superficie complessivamente disponibile all'interno del lotto disponibile.

Dal confronto delle misure effettuate sulla zona geografica, dei dati satellitari e delle mappe catastali, si è pervenuto ad una prima tracciatura dei confini dell'Impianto.

2. POTENZA NOMINALE DELL'IMPIANTO

La potenza nominale dell'impianto è pari a 992.25 kWp, ottenuta mediante l'utilizzo di 4.410 pannelli, ciascuno di potenza unitaria pari a 225Wp.

La tensione in corrente continua in ingresso al gruppo di conversione è di circa 617 V, mentre la tensione in corrente alternata in uscita dal gruppo di conversione risulta di 300 Vca – 50 Hz.

3. PRODUCIBILITA' ANNUA

La producibilità annua attesa (al contatore GSE), per l'impianto in oggetto, risulta pari a 1.364,35 kWh/kWp ca.

Tale valore è stato ottenuto a partire dal dato di radiazione solare su piano orizzontale proveniente dalla norma Uni 10349 per la città di Potenza, pari a 1.540 kWh/mq ca l'anno.

In particolare, a partire dal valore di radiazione media annua sul piano orizzontale, si è calcolato il valore relativo al piano di inclinazione dei moduli: tilt 30° ed azimut 0° (Sud). Tale valore risulta pari a circa 1.710 kWh/mq anno

Ne consegue che l'impianto in questione produrrà all'incirca (4.410 x 1.65) x 1.710 x 0,136 = 1.692.222,8 kWh all'anno, al lordo delle perdite.

Le perdite consistono in:

- perdite per riscaldamento celle — dal 7 al 10 %
- perdite per asimmetrie delle prestazioni moduli — 3%
- perdite per ombreggiamento — 2%
- perdite per riflessione — 2%
- perdite per resistenze homiche circuitali — 1%
- perdite lato corrente alternata per rendimento inverter — 6%

Il totale delle perdite, generalmente varia dal 15 al 25%; se l'impianto è eseguito a regola d'arte si possono tranquillamente considerare perdite totali pari al 20%.

Quindi per l'impianto di che trattasi la produzione attesa al primo anno di funzionamento (al contatore GSE) risulta pari a:

1.692.222,8 x 0,80 = 1.353.778,3 kWh

Dividendo tale valore per 992.25, si ottiene:

1.364,35 kWh/kWp

4. CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'IMPIANTO

Come rilevabile dalla tavola della planimetria generale e del lay-out distributivo delle vele (denominate con la sigla PD.EL.03 e PD.EL.04), l'impianto si compone di 1.470 strutture di sostegno denominate vele.

I moduli fotovoltaici saranno pertanto connessi tra di loro in stringhe da 21 moduli cadauna.

Data l'estensione dell'impianto al fine di minimizzare le perdite di trasmissione dell'energia in corrente alternata, si è prevista la suddivisione dell'impianto in n. 4 sottocampi così suddivisi:

- N. 2 sottocampi da 283.5 kWp;
- N. 2 sottocampi da 212,625 kWp;

E' prevista la creazione di n.1 cabina di innalzamento della tensione da 300V a 20 kV e dotata di trasformatore da 1.250 kVA.

La raccolta della potenza proveniente dalle stringhe avviene unendo le linee DC a gruppi di 11 o 12 stringhe e facendone il parallelo tramite l'apposito quadro di parallelo stringhe, denominato ""String Comb", fornito dal Costruttore degli Inverter.

I conduttori di collegamento fino al power center avranno sezioni variabili e garantiranno una caduta di tensione non superiore al 2 % della tensione di origine ai convertitori.

Ogni array di stringhe sarà quindi sezionabile in caso di intervento tramite l'utilizzo di un sezionatore di cui sarà dotato ogni string comb.

Le uscite dei quadri di parallelo (string comb) confluiranno agli ingressi di campo degli inverter relativi. Per maggiori dettagli visionare gli schemi elettrici.

Il power center avrà un interruttore generale da 1.250 A al quale sarà connesso il relativo trasformatore in resina da 1.250 kVA.

A monte del trasformatore, di rapporto 0,3/20 kV (o quanti richiesti dalla rete locale di connessione), saranno installati box segregati in MT a 20 kV con protezione trafo (interruttore automatico con relè indiretti isolato in SF6).

Il gruppo di misura fiscale, connesso mediante appositi trasformatori, sarà collocato in comparto dedicato. Si è previsto un trasformatore abbassatore destinato ad alimentare i servizi ausiliari.

La trasmissione in MT dell'energia dalla cabina di campo alla cabina Enel avverrà tramite una linea MT interrata, che consentirà la minima perdita per trasmissione della potenza generata.

La cabina di consegna Enel sarà equipaggiata con:

- Cella con DG in MT composta da interruttore automatico isolato in SF6 motorizzato comandato da relè di Protezione Generale (P.G.) sotto specifica CEI 0-16 (protezioni 50-51-51N-67N).
- Cella misure per grandezze controllo a monte (V=100V ed I = 5A)
- Cella con DI in MT, composta da interruttore automatico isolato in SF6 motorizzato comandato da relè di Protezione di Interfaccia (P.I.) sotto specifica CEI 0-16
- Celle protezione linee cabine di campo da (interruttore automatico isolato in SF6 motorizzato con protezioni 50-51-51N)

Nella cabina Enel sarà realizzato un collegamento con protezioni secondo CEI 0-16. Con tale soluzione si avrà un unico punto di consegna e controllo da protezione di interfaccia a tutto vantaggio della sicurezza ed economia di esercizio.

La cabina di consegna sarà dotata della rete di messa a terra realizzata secondo la vigente normativa in rispetto della CEI 0-16.

Analogo collegamento generale di messa a terra sarà attuato per tutte le strutture metalliche delle vele con collegamento equipotenziale delle strutture di supporto.

5. SCELTA DELLA MODALITÀ DI INTERFACCIA CON L'ENTE DISTRIBUTORE

Ai fini delle modalità di interfaccia con la rete dell'Ente distributore, ai sensi della Norma CEI 82-25 e della relativa Norma CEI 0-16, considerando che trattasi di impianto fotovoltaico operante in parallelo con la rete MT del Distributore, sarà presente un "dispositivo di interfaccia" DI, sul lato MT dell'impianto, costituito da un interruttore automatico isolato in SF6 con idonea taratura con funzionamento asservito al relè di protezione di interfaccia. Esso ha la funzione di separare l'impianto di produzione dalla rete di utente non in isola e quindi dalla rete del Distributore

Inoltre, per ogni inverter sarà previsto un dispositivo di convertitore "Dgen", costituito da un interruttore automatico magnetotermico di idonea taratura installato a valle dei terminali di ciascun generatore (inverter) dell'impianto di produzione.

Sul lato MT si avrà infine il dispositivo generale "DG", installato all'origine della rete del Produttore e cioè immediatamente a valle del punto di consegna dell'energia elettrica dalla rete pubblica e costituito da un interruttore isolato in SF6, tarato entro i limiti stabiliti dalle indicazioni fornite dall'Ente Distributore.

6. SCELTA E CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DEI COMPONENTI ELETTRICI PRINCIPALI

Per i dati della radiazione solare, umidità relativa, temperature medie e valutazione impatto grandine sono state considerate le apposite norme CEI ed UNI in vigore.

Non esiste nessun impedimento strutturale per la corretta installazione dei moduli fotovoltaici e di tutti i componenti necessari per il corretto funzionamento dell'impianto.

In particolare, per quanto riguarda le condizioni ambientali:

- i moduli fotovoltaici sono componenti intrinsecamente costruiti per alloggiamento all'esterno;
- le apparecchiature di protezione e manovra presenti localmente nel campo saranno protette con involucri aventi idoneo grado di protezione;
- i cablaggi saranno realizzati in gomma etilpropilenica a doppio strato, per posa all'esterno.

Per quanto riguarda invece i parametri elettrici:

- i componenti lato CC sono stati scelti tenendo soprattutto in considerazione le tensioni elevate di natura continua, con particolare attenzione ai sistemi di sezionamento, opportunamente dedicati, per via della difficoltà di rottura dell'arco elettrico in corrente continua, più stabile di quello in alternata, venendo meno lo 0 dell'onda sinusoidale
- i componenti elettrici lato AC sono stati scelti in relazione a una tensione concatenata di 300 V;
- il sistema di misura dell'energia sarà dotato di idonei trasformatori di misura per ridurre le correnti dall'ordine di grandezza delle centinaia di ampere a quello di alcuni ampere.

7. ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI PROGETTUALI

Il tracciamento della viabilità all'interno dell'impianto è stato effettuato istituendo una viabilità primaria, con la duplice funzione di circolazione e di circoscrizione delle aree di impianto afferenti alla cabina elettrica.

Tutte le strade hanno una larghezza minima di 3/4 m, per garantire il transito dei mezzi pesanti.

Inoltre, è stato previsto un punto di accesso all'impianto, tramite un cancello avente una larghezza minima di 6 m in modo da semplificare la viabilità e l'incrocio dei mezzi durante i lavori.

Per gli stessi motivi, dopo il cancello di ingresso e attorno alle cabine si sviluppano dei piazzali.

8. DESCRIZIONE DEGLI SCAVI

Le linee elettriche destinate al trasporto dell'energia e del segnale verranno, per la maggior parte, interrate e passate nelle forassiti, con la logica di seguito descritta:

- In prossimità delle strutture a vela saranno allestiti pozzetti 40x40x40cm o 80x80x80cm a seconda della lunghezza (e quindi dal numero) delle vele. Tale pozzetto raccoglierà le linee elettriche uscenti dalle vele e sarà collegato, mediante cavidotto interrato, con tutti gli altri pozzetti costituenti la dorsale del campo;
- le linee di scavo adiacenti alle vele che costituiranno le dorsali, termineranno alla cabina di campo dove verrà quindi effettuato il collegamento delle linee elettriche con i vari quadri all'interno della cabina;
- per quanto possibile i percorsi saranno lineari; ove necessario le dorsali saranno interrate sotto le strade perimetrali o interne. In questo caso i pozzetti saranno carrabili.

I pozzetti saranno presenti:

- in prossimità delle strutture a vela
- all'incrocio tra le linee di scavo e le dorsali
- vicino alle cabine
- lungo la strada di collegamento fra la cabina di campo e la cabina di consegna Enel
- lungo il perimetro dell'area recintata, in prossimità dei pali di illuminazione con annessa telecamera.

Gli scavi avranno in sezione dimensioni minime di:

- 30 x 60 cm (L x H) per le linee di bassa tensione, di attraversamento tra le file delle vele e per collegamento con la dorsale, le linee di illuminazione perimetrali e dati;
- 70 x 100 cm (L x H) per alcune linee di media, bassa tensione e dati.

Le linee verranno segnalate con opportuno nastro segnalatore interrato.

In corrispondenza di ogni cabina verrà tracciata la maglia di terra che richiederà uno scavo aggiuntivo all'interno dei lavori di sbancamento della fondazione della cabina stessa.

9. DESCRIZIONE STRUTTURA SOSTEGNO MODULI: VELA

Le vele sono costituite da strutture metalliche inclinate a 30°, in modo da ottenere un'esposizione ottimale.

Ogni telaio ospiterà 3 moduli (si veda disegni allegati).

Il sistema di ancoraggio al terreno pensato consiste nell'utilizzo di pali elico-infissi.

Tale sistema consente di avere notevoli vantaggi in termini di costi e di tempo e di evitare scavi per la formazione di fondazioni in cls a platea o plinto gettate in opera.

10. PUNTO DI CONSEGNA DELL'ENERGIA

Il punto di consegna è previsto in media tensione, previa interposizione delle dovute apparecchiature di manovra e di protezione di interfaccia. A tale proposito, verrà costruita una idonea cabina completa di locali cliente, locale misure e locale consegna.

Come protezione di interfaccia (PI) si prevede di utilizzare il dispositivi certificati secondo la CEI 0-16 ultima edizione, i quali svolgeranno anche la funzione di dispositivo generale (PG).

11. PANNELLI FOTOVOLTAICI

I moduli fotovoltaici di cui si prevede l'impiego, devono avere le seguenti caratteristiche:

- Celle in silicio: POLICRISTALLINO
- Potenza massima: 225 Wp
- Tensione alla massima potenza: 29.1 V
- Corrente alla massima potenza: 7.7 A
- Tensione a circuito aperto: 36.8 V
- Corrente di corto circuito: 8.2 A
- Numero delle celle: 60
- Dimensioni: 1665 mm x 991 mm 38 mm
- Peso: 18 Kg
- Efficienza della cella: 13.6%
- Condizioni Standard Test: Massa d'aria AM 1,5; irraggiamento 1000 W/m2; temperatura della cella 25°C

12. GRUPPI DI CONVERSIONE C.C./C.A.

Il gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata (inverter) attua il condizionamento e il controllo della potenza trasferita. Esso deve essere idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. In particolare il gruppo deve essere rispondente alle norme su EMC e alla Direttiva Bassa Tensione (73/23/CEE e successiva modifica 93/68/CEE). I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura devono essere compatibili con quelli del campo fotovoltaico a cui è connesso, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita devono essere compatibili con quelli della rete del distributore alla quale viene connesso. Il convertitore deve essere basato su inverter a commutazione forzata (con tecnica PWM) ed essere in grado di operare in modo completamente automatico, inseguendo il punto di massima potenza (MPPT) del campo fotovoltaico.

L'inverter deve essere dotato di marcatura CE.

La disinserzione dell'inverter dovrà avvenire, sia sul lato c.a. che sul lato c.c., mediante interruttori/sezionatori esterni, con caratteristiche non inferiori a quelle indicate nello schema elettrico unifilare di progetto. Il rendimento dell'impianto dovrà essere visualizzato, istante per istante, mediante lettura dell'energia elettrica prodotta e delle condizioni ambientali presenti. In particolare, dovrà essere installato almeno un sensore di temperatura e di irraggiamento solare, posizionato in zona rappresentativa delle condizioni medie dell'impianto. L'inverter dovrà essere collegato all'impianto di messa a terra ed equipotenziale del locale, per opportuna protezione contro i contatti indiretti, con conduttore giallo - verde di sezione opportuna.

I gruppi di conversione da corrente continua a corrente alternata, di cui si prevede l'impiego, dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Parametri in ingresso:
  - Potenza di picco: 225,6 Wp (282 kWp)
  - Tensione di ingresso cc: 485-850 Vcc
  - Massima Corrente ingresso cc: 492 A (615 A)
  - Tensione massima di ingresso (Vdc): 1000 V
- Parametri in uscita
  - Massima potenza di lavoro: 220 kW c.a. (275 kW c.a.)
  - Distorsione corrente ac < 3%

- o Tensione di lavoro: 3 x 320 V +/- 20%
- o Frequenza di lavoro: 50,00/60,00 Hz
- o Fattore di potenza: 1
- o Rendimento massimo: 98,00%
- o Grado di protezione: IP 20

– Dimensioni: 1250 mm x 1607 mm x 893.5 mm (1250 mm x 1607 mm x 893.5 mm)
– Peso: 780 kg (1000 kg)
– Temperatura di esercizio: -10°C/+50°C

13. QUADRO GENERALE (POWER CENTER)

Il quadro generale, posizionato all'interno della cabina di campo, conterrà principalmente il dispositivo generatore totale fotovoltaico di campo, al quale sarà connesso il relativo trasformatore in resina da 1.250 kVA e avrà la funzione di protezione e di parallelo degli inverter.

Il dispositivo generatore totale fotovoltaico sarà un Dispositivo di generatore Dgen magnetotermico, avente le seguenti caratteristiche:

– In = 1.250A
– Icu = 50kA

Per ogni inverter è previsto invece un interruttore magnetotermico, avente le seguenti caratteristiche:

– In = 630A
– Icu = 50kA

14. STRING COMB

I vari string comb posti in campo, ai quali saranno connesse le stringhe, conterranno un sezionatore generale e, come protezione per le stringhe stesse, opportuni fusibili.

Esso sarà inoltre dotato delle apparecchiature necessarie per il monitoraggio delle stringhe ad esso afferenti e di uno scaricatore di sovratensione (SPD).

Infine una porta di uscita seriale RS485 permetterà il suo collegamento al sistema generale di telecontrollo.

15. CONTATORE STATICO TRIFASE MULTIFUNZIONE

Il dispositivo di misura dell'energia immessa in rete sarà richiesto ad ENEL Distribuzione S.p.A. in fase di allacciamento dell'impianto. Sarà pertanto conforme alle specifiche indicate nella CEI 0-16 secondo la vigente edizione.

Verrà usato un modello elettronico trifase multifunzione connesso tramite trasformatori di misura oppure in inserzione diretta. Il contatore misura l'energia attiva e reattiva distintamente per ciascuna fase su quattro quadranti. Il contatore consente la programmazione e la lettura locale e remota. Il contenuto delle memorie può essere visualizzato su un display a cristalli liquidi. Il contenuto dei registri interni, inclusi i profili di carico può essere trasferito all'esterno per una ulteriore elaborazione.

Dati tecnici:

Valori nominali Tensione:	da 3 * 57,7V/100V a 3 * 240V/415V rilevata automaticamente
Corrente (inserz. diretta):	Ib 5 A, Imax 100 A
Corrente (inserz. su TA):	Ib 1 A, 5 A, Imax 2 A, 10 A
Tipi di rete	Inserzione diretta: 4-fili, il contatore funziona correttamente anche in inserzioni a 3 fili (in assenza di neutro) Inserzione su TA (e TV): 3- e 4-fili (configurabile)
Precisione	Inserzione diretta: Energia attiva: Classe 1 secondo IEC CEI EN 62053-21 Classe B secondo direttiva 2004/22/CE Inserzione su TA: Energia attiva: Classe 0.5S secondo IEC/CEI EN 62053-22 Classe 1 secondo IEC CEI EN 62053-21 Classi C e B secondo direttiva 2004/22/CE Classe 0.2S secondo IEC 62053-22 Energia reattiva: Classe 2 secondo IEC 62053-23
Frequenza	50 Hz / 60 Hz

Campo limite di temperatura di funzionamento da -40°C a +70°C

Orologio RTC	Dotato di batteria sostituibile (opzionale) e riserva di carica interna, conforme alla Norma IEC CEI EN 62054-21 Conforme ai requisiti delle Norme IEC CEI EN 62052-11, IEC CEI EN 62053- 21/22/23 e a quelli per la marcatura CE, e marcatura metrologica supplementare MID
Comunicazione	Porta infrarossi conforme alle Norme IEC CEI EN 62056-21 e relativo protocollo conforme alle IEC CEI EN 62056-42/46/53/61/62

Porta RS232C e/o RS485 con protocollo DLMS-Cosem secondo IEC CEI EN 62056-42/46/53/61/62
Interfaccia SCADA conforme alle Norme IEC CEI EN 62056-21 modo "C"

16. TRASFORMATORI DI MISURA DELL'ENERGIA

I trasformatori di misura devono essere conformi alla norma CEI EN 60044-1 (trasformatori di corrente - TA) e CEI EN 60044-2 (trasformatori di tensione – TV).

Inoltre devono avere adeguate caratteristiche costruttive in funzione della tipologia di installazione e della tensione di esercizio della rete nel punto di connessione; in particolare per le reti a 15-20 kV si raccomandano i seguenti valori minimi di grado di isolamento:

- tensione massima di riferimento per l'isolamento: 24 kV
- tensione di tenuta a frequenza industriale (50 Hz): 50 kV
- tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 125 kV
- la classe di precisione prescritta deve essere migliore o uguale al valore 0,5.

La prestazione nominale (VA) dei trasformatori deve essere compatibile con l'impedenza del circuito connesso a valle del secondario.

I trasformatori di corrente devono avere, inoltre, le seguenti caratteristiche tecniche (valori minimi raccomandati da ENEL):

- corrente nominale termica di c.c. per 1 sec: 12,5 kA
- corrente nominale dinamica: 31,5 kA
- fattore di sicurezza: 15
- corrente termica permanente nominale compresa tra 1 e 2 volte la massima corrente transitante nel punto di connessione (CEI 13-4).

I TA e TV devono essere di tipo "dedicato" ovvero devono essere utilizzati unicamente per il sistema di misura. I TA possono essere a più secondari, a patto che ogni avvolgimento abbia un nucleo distinto (TA a nuclei separati); di tali secondari uno deve essere destinato esclusivamente alla misura di interesse ENEL e soddisfare i requisiti sulla precisione e la prestazione riportati in precedenza.

I TV devono avere unico rapporto di trasformazione adeguato alla tensione nominale di ingresso dei circuiti volumetrici del misuratore. Qualora il Cliente produttore utilizzi il misuratore fornito da ENEL la tensione nominale dell'avvolgimento secondario del trasformatore di tensione deve essere pari al valore 57,7 V (inserzione del trasformatore tra fase e terra) o 100 V (inserzione del trasformatore tra fase e fase); la corrente nominale secondaria del

trasformatore di corrente deve essere pari a 5 A ed il valore massimo pari a 6 A. I trasformatori di misura devono essere alloggiati in uno scomparto, il cui sportello di chiusura deve consentire agevolmente le operazioni di sigillatura.

17. DISPOSITIVO DI INTERFACCIA E DISPOSITIVO DI GENERATORE

Il dispositivo di interfaccia sarà posto sul lato media tensione e sarà costituito da un interruttore automatico tripolare isolato in SF6, equipaggiato con sganciatore e riarmo automatico motorizzato. Il dispositivo sarà motorizzato in modo da provvedere automaticamente al ritorno in parallelo dell'impianto di generazione al cessare delle condizioni di guasto o perturbazione.

La protezione di interfaccia sarà conforme ai dispositivi di protezione indicati da ENEL distribuzione. Verrà.

Per maggior sicurezza, in assenza di apertura del dispositivo di interfaccia per guasto, è previsto un rincalzo sul dispositivo generale (DG) posto all'inizio della sezione MT dell'impianto.

La protezione DIA4N sopra menzionata svolgerà anche la funzione di Protezione Generale.

PROTEZIONE DI INTERFACCIA DIA4N

Il relé di protezione svolge funzioni di protezione di massima e minima tensione trifase, massima e minima frequenza, massima tensione omopolare, oltre alla protezione di derivata di frequenza, per l'interfaccia dei generatori con la rete elettrica. La protezione risponde funzionalmente alle caratteristiche richieste dalla specifica ENEL vigente.

Per informazioni più dettagliate si rimanda alla relativa documentazione.

Ingressi di misura

Tensione nominale (Un) - programmabile 57,7 - 63,6 - 72,2 - 100V - 110 - 125 - 190V - 220 - 380 - 400V
Tensione omopolare nominale (Uon) - programmabile 100 - 110 - 125V
Sovraccaricabilità permanente 2 Un - 2 Uon
Sovraccaricabilità 1 s 2 Un - 2 Uon
Frequenza nominale 50 / 60 Hz
Tensione primaria TV 1 - 999999 V

Contatti uscita
Numero relè (nota 1) 4 + 1
Corrente nominale 5 A

Tensione nominale 250 V
Configurazione contatti scambio / change over
Potere di interruzione (nota 2)
- relè di comando (R1, R2) 0.5 A
- relè di segnalazione (R3, R4, R5) 0.2 A
I contatti dei relè R3 e R4 possono essere configurati come segnalazione o comando
Vita meccanica > 106

Ingressi digitali
Numero di ingressi 3
Tensione controllo esterna come / as Uaux
Corrente assorbita (tipica) 2 mA

Canale di comunicazione Standard RS-485 half duplex
Protocollo di comunicazione MOD-BUS ASCII
Velocità di trasmissione 300 - 9600 baud selectable
Opzionale fibre optic module

Condizioni ambientali
Funzionamento - 10 / +60 °C
Trasporto e immagazzinamento - 25 / +80 °C
Umidità relativa - (senza condensa) < 95%
Grado protezione per montaggio incassato IP52 (opzione) (IP 54)
Peso 2.5 kg

Nota 1) - Il relè addizionale R5 segnala anomalie delle protezione rilevate dal self-test
Nota 2) - Potere di interruzione a 110 Vcc , L/R 40 ms , 100.000 manovre

QUADRO ELETTRICO MEDIA TENSIONE IN VERSIONE PROTETTA

I quadri di media tensione sono del tipo protetto per installazione all'interno, con isolamento principale in aria e con apparecchiature per le quali la manovra, il sezionamento e l'interruzione avvengono in ambiente isolato e sigillato in maniera indipendente da influenze esterne quali agenti atmosferici inquinanti o aggressivi.

Sono progettati, realizzati e collaudati in conformità alla regolamentazione e normativa previste dalla

legislazione italiana ed in ottemperanza alle indicazioni normative di prodotto. In particolare: la struttura del quadro, di tipo autoportante, sarà in lamiera d'acciaio; il sistema sarà tale da consentire la realizzazione di una serie di scomparti modulari standard, affiancabili e componibili in maniera da soddisfare le varie esigenze impiantistiche ottenendo un unico insieme uniforme ed omogeneo e da facilitare futuri ampliamenti o modifiche.

I vari scomparti, oltre che per l'accoppiamento meccanico a mezzo bulloni tra le singole unità, saranno predisposti per il fissaggio a pavimento. Per il collegamento elettrico sarà fornito un sistema di sbarre formante un condotto unico adeguatamente dimensionato per la corrente nominale.

Caratteristica particolare del sistema di sbarre omnibus sarà il completo isolamento per mezzo di guaine termoretraibili (adatte per l'installazione alla tensione di isolamento nominale) e l'uso di particolari rivestimenti in silicone bicomponente sui punti di giunzione al fine di ridurre al minimo il rischio di un guasto elettrico in questa zona.

Le superfici per le quali è previsto saranno trattate con ciclo di verniciatura industriale a polveri epossidiche essiccate in forno previo processo di fosfosgrassatura e passivazione. Colore RAL7030 bucciato fine. Le altre parti metalliche saranno zincopassivate in maniera adeguata in funzione del loro utilizzo al fine di garantire un'ottima durata ed un'alta affidabilità nel tempo.

La sicurezza degli operatori sarà garantita da semplici e robusti interblocchi meccanici, che impediscono di accedere alle varie sezioni di quadro senza prima aver tolto tensione e da un efficiente sistema d'ispezione, che consente di visualizzare il sezionamento su ogni fase; un oblò frontale d'ispezione garantisce la visibilità sia sui sezionamenti di sbarra sia sui sezionamenti di messa a terra.

Opportuni diaframmi in carpenteria metallica e l'uso di materiali isolanti autoestinguenti garantiscono la sicurezza contro l'incendio.

Per la continuità di servizio è prevista l'accessibilità su parti del quadro senza mettere completamente fuori servizio il quadro se non necessario.

Per rendere altresì agevole il trasporto, gli scomparti saranno muniti di golfari di sollevamento o di un adeguato sistema per agevolare la pallettizzazione.

In genere, per avere un buon livello di selettività ed un appropriato monitoraggio dell'impianto, saranno impiegate protezioni a microprocessore accoppiate con gli interruttori.

Apparecchiatura protetta

- pannelli situati su ogni lato del gruppo di scomparti costituenti il quadro;
- diaframmi e divisori metallici fra i diversi scomparti;
- otturatori fra le parti in tensione e non durante gli interventi di manutenzione.

Isolamento

- connessioni protette con rivestimento siliconico, isolate in aria;
- isolatori in resina epossidica;
- diffusori di campo elettrico metallici o in silicone bicomponente.

Sicurezza del personale

- ottenuta con semplici e robusti interblocchi meccanici che impediscono di accedere alle varie sezioni di quadro senza prima aver tolto tensione.

Sicurezza contro l'incendio

- materiali isolanti autoestinguenti;
- diaframmi e carpenteria metallica.

Continuità di servizio
- o assicurata dalla possibilità di sostituire componenti senza dover togliere tensione al quadro.

Costruzione modulare e componibile
- o scomparti studiati per soddisfare esigenze tecniche specifiche;
- o possibilità di comporre con scomparti base molteplici soluzioni per ottemperare ad ogni esigenza tecnica;
- o dimensioni ridotte.

Installazione facilitata
- o per interno ambiente normale;
- o ogni scomparto sarà predisposto per un'agevole movimentazione e sarà completo di tutti gli accessori per assieparlo ad altri.

Caratteristiche elettriche
- o Tensione nominale 24 KV;
- o Tensione di prova a 50 Hz - 1' tra le fasi e verso massa 50 kV;
- o Corrente nominale 630 A;
- o Corrente di breve durata per 1" (valore efficace) 16 kA;
- o Corrente limite dinamica 40 kA.

Rispondenza alle norme
- o Quadri MT CEI EN 62271-200 classificata CEI 17-6 e successive varianti, CEI EN 62271-102 classificata CEI 17-83;
- o Interruttori CEI 17-1 (IEC 56);
- o Sezionatori CEI 17-4 (IEC 129);
- o Interruttori di manovra CEI 17-9 (IEC 265);
- o Installazioni per MT CEI 17-21 (IEC 694);
- o IMS combinati con fusibili CEI 17-46 (IEC 420);
- o Internazionali IEC 265-1;

Grado di protezione
- o Sull'involucro esterno IP30;
- o a porte aperte IP20.

Carpenteria
- o Carpenteria realizzata in lamiera di acciaio pressopiegata e verniciata con polveri epossidiche previo trattamento di sgrassaggio e fosfatazione Colore RAL7030 bucciato fine.

TRASFORMATORE DI PRODUZIONE ISOLATO IN RESINA CON POTENZA NOMINALE 1.250 KVA RAPPORTO 20/0,3 KV

L'energia proveniente dagli inverter verrà convogliata, secondo quanto indicato nello schema elettrico allegato, al trasformatore.

Il trasformatore di produzione, in resina, ha le seguenti caratteristiche:

Potenza nominale [kVA]	1.250
Tensione primaria (lato rete) [kV]	20

Tensione secondaria (lato inverter) [kV]	0,3
Tensione di corto circuito [%]	6
Perdite a vuoto [W]	2.100
Perdite a carico [W]	11.500
Collegamento e indice orario	Dyn11

TRASFORMATORE SERVIZI AUSILIARI ISOLATO IN RESINA DI POTENZA NOMINALE 50 KVA - RAPPORTO 0,3/0,4 KV – MARCA GBE

Verrà utilizzato un ulteriore trasformatore in resina per i servizi ausiliari avente le seguenti caratteristiche:

Potenza nominale [kVA]	50
Tensione primaria (lato rete) [kV]	0.4
Tensione secondaria (lato inverter) [kV]	0,3
Tensione di corto circuito [%]	4
Perdite a vuoto [W]	175
Perdite a carico [W]	1.060
Collegamento e indice orario	Dyn11

18. DISPOSITIVO GENERALE

Il dispositivo generale sarà conforme alle prescrizioni dell'ultima normativa CEI 0-16. In particolare avrà la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti nel sistema di generazione elettrica. Verrà posizionato a valle del gruppo di misura dell'energia e sarà costituito da un interruttore automatico in SF6 con i dovuti sistemi di protezione e misura.

L'interruttore è accessoriato, nella versione base, con sganciatore di apertura dotato di dispositivo di antirichiusura (dispositivo antipompaggio), selettore di apertura e chiusura, comando carica molle manuale, blocchi a chiave ove necessari, contatti ausiliari di stato, relè di protezione a microprocessore di massima corrente (minime funzioni di protezione 50-51-51N-67N) con sensori di corrente a cavo passante.

Il suddetto interruttore si trova nella cella MT della cabina di consegna e avrà la funzione di dispositivo generale, in conformità alle prescrizioni delle normative Enel vigenti.

19. UPS SERVIZI CABINA CONSEGNA – SOCOMEC TW

Tale gruppo di continuità servirà all'alimentazione in caso di mancanza rete Enel del sistema di Protezione Generale in MT e della centralina differenziale generale dell'impianto elettrico servizi ausiliari.

Avrà una potenza nominale di 4500 VA con autonomia di 8 minuti (Vin = 230 Vca – Vout = 230 Vca) e sarà munito di Interfaccia seriale RS485.

20. CAVIDOTTI IN POLIETILENE

Tubi in polietilene corrugati per la protezione dei cavi nelle installazioni elettriche e di telecomunicazioni interrate.

Hanno eccellenti prestazioni meccaniche e chimiche che garantiscono affidabilità e sicurezza e sono conformi alle normative di riferimento vigenti.

Corrugar - Cavidotto in polietilene a doppia parete a marchio IMQ

Corrugar rigido 750 - Cavidotto in polietilene a doppia parete a marchio IMQ.

21. CAVI SOLARI – FG21M21SOLAR ENERGY

Cavi unipolari flessibili con tensione nominale 1500V c.c. per impianti fotovoltaici e solari con isolanti e guaina in mescola reticolata a basso contenuto di alogeni.

Sono cavi indicati per le interconnessioni dei vari elementi degli impianti fotovoltaici. Sono adatti per l'installazione fissa all'esterno ed all'interno, senza protezione o entro tubazioni in vista o incassate, oppure in sistemi chiusi similari.

Resistenti all'ozono secondo EN50396.

Resistenti ai raggi UV secondo HD605/A1.

Temperatura minima di installazione e maneggio: -40°C;

Massimo sforzo di tiro: 15 N/mm².

22. CAVI DATI - UNITRONIC® LIYCY

Sono cavi schermati per trasmissione dati e segnali che garantiscono la protezione dai disturbi elettrici esterni, con codice colori DIN 47100. Questo cavo trova impiego in elettronica

per apparecchiature di comando e regolazione, strumenti di misura, ecc. La guaina esterna particolarmente robusta conferisce al cavo caratteristiche di resistenza e flessibilità.

23. DESCRIZIONE DELLE MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

Per quanto riguarda la protezione dei contatti diretti, si isoleranno a regola d'arte tutte le parti attive, al fine di impedire che le persone possano venire accidentalmente in contatto con il circuito elettrico.

Per quanto riguarda i contatti indiretti, si distingue la parte di impianto elettrico produzione e impianto elettrico servizi.

Per quest'ultimo, tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico, non in tensione, ma che vi si potrebbero trovare in caso di scariche sulle carcasse o per difetto di isolamento, saranno poste a terra mediante un impianto di terra coordinato con gli altri dispositivi di protezione.

Il coordinamento con l'impianto di terra sarà dimensionato in base alla norma CEI 64-8 e la resistenza di terra dovrà avere un valore dato dalla seguente relazione:

$$Rt \leq 50 / Is$$

Nella formula risulta:

Is = corrente di intervento del dispositivo di sicurezza entro i 5 sec

50 V = valore massimo della tensione di contatto

In ogni caso il valore della resistenza di terra non dovrà superare i 20 Ω.

Per la parte di impianto elettrico produzione (fino agli inverter) si utilizzerà un sistema di tipo IT (isolato da terra) munito di controllore permanete di isolamento.

Si adotta quindi un sistema di protezione tale che in caso di primo guasto a terra si ha solo la segnalazione di allarme da parte del controllore, poiché la corrente che fluisce nel circuito, essendo lo stesso isolato da terra, non risulta pericolosa.

La protezione dai contatti indiretti in caso di secondo guasto a terra sarà effettuata con l'uso di dispositivi a massima corrente (interruttori automatici), poiché gli interruttori a corrente differenziale non rileverebbero nessuna variazione anomala

Esso dovrà indicare, con dispositivi ottici ed acustici locali e a mezzo di eventuale collegamento al sistema di telecontrollo, se la resistenza d'isolamento dell'impianto è scesa al di sotto del valore di sicurezza prefissato (10 Kohm per 60 secondi).

24. PRESCRIZIONI PER LA SICUREZZA

I componenti PV sul lato cc si considerano sotto tensione anche quando il sistema distacca dal lato ca.

Sul lato cc si userà la protezione mediante componenti elettrici di Classe II o con isolamento equivalente e si effettuerà il collegamento equipotenziale locale a terra.

Sul lato c.a., il cavo di alimentazione PV sarà collegato sul lato a monte del dispositivo di protezione previsto per l'interruzione automatica dell'alimentazione dei circuiti alimentanti apparecchi utilizzatori.

25. PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI SOVRACCARICO SUL LATO C.C.

La protezione contro i sovraccarichi può essere omessa sui cavi delle stringhe PV e dei pannelli PV dato che la portata dei cavi Iz è superiore a 1,25 volte la Isc stc (corrente di cortocircuito in condizioni di prova normalizzate).

26. PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTOCIRCUITO

Il cavo di alimentazione PV sul lato c.a. è protetto contro i cortocircuiti mediante un dispositivo di protezione contro i cortocircuiti installato nel punto di connessione al circuito dell'impianto elettrico.

27. SCARICATORI DI SOVRATENSIONE

Il campo fotovoltaico in oggetto non altera la morfologia del terreno nel quale è installato, e non rappresenta il punto più alto delle masse metalliche presenti.

In base alla norma CEI EN 62305-2 si può ritenere dunque che l'impianto è autoprotetto.

Realizzeremo pertanto solo un collegamento equipotenziale generale di tutte le strutture metalliche presenti ed utilizzeremo i limitatori di sovratensione di cui risultano essere dotati convertitori.

28. IMPIANTO DI TERRA

Essendo le strutture di sostegno costituite da materiali conduttori, esse vengono collegate all'impianto di terra come protezione dalle scariche atmosferiche e dagli eventuali difetti di isolamento dell'impianto.

L'impianto è realizzato con impiego di conduttore in rame da 35 mmq. di sezione posato nelle canalizzazioni predisposte.

29. SISTEMA DI MONITORAGGIO E TELECONTROLLO DELL'IMPIANTO

L'impianto dovrà essere realizzato per permettere il monitoraggio del sistema sia in locale che in remoto.

L'acquisizione dei dati di funzionamento dell'impianto fotovoltaico dovrà essere effettuata tramite idonei sistemi di acquisizione dati (SAD), in accordo alla norma CEI EN 61724 (CEI 82-15)

I segnali devono essere rilevati e messi a disposizione su morsettiera nel modo seguente:

- irraggiamento solare: misurato con solarimetro che dovrà essere installato su un piano parallelo al piano dei moduli in posizione centrata rispetto al campo fotovoltaico e tale da non provocare ombreggiamenti reciproci;
- temperatura moduli: misurata con sonda termometrica a francobollo PT100 in tecnica a 4 fili incollata sul retro di una cella centrale di un modulo selezionato tra quelli posizionati nella zona centrale del generatore fotovoltaico;
- sonda termometrica: idonea per la misura della temperatura ambiente all'ombra;
- correnti continue ed alternate: misurate tramite convertitori ad inserzione diretta con foro passante, segnali in uscita 0 - 10 Vcc;
- tensioni continue campo fotovoltaico: misurate tramite convertitore ad inserzione diretta con segnale in uscita 0-10 Vcc;
- tensione alternata: misurata tramite convertitore ad inserzione diretta con segnale di uscita 0 - 10 Vcc;
- potenza attiva: misurata con contatore trifase ad inserzione semindiretta (tramite TA e TV), con segnale di uscita + 0-10 Vcc.

In termini di accuratezza delle misure si fa presente che la precisione complessiva dell'intera catena di misura, ivi compreso i sensori e/o eventuali condizionatori di segnale, deve essere migliore del 5% per l'irraggiamento solare; di 1°C per la temperatura; del 2% per i segnali di tensione, corrente e potenza.

Per quanto riguarda il sistema di acquisizione dati nel caso specifico è stata scelta la seguente soluzione:

SOLUZIONE TECNICA

La soluzione deve prevedere le seguenti caratteristiche e deve essere offerta in modalità "chiavi in mano" e quindi comprensiva di:

- Piattaforma Hw/Sw su Windows e/o UNIX/LINUX, gestione del database qualsiasi, tra le principali piattaforme aperte.
- Rete locale di campo (LAN) necessaria per la connessione del sistema ai dispositivi controllati (e necessari anche per il sottosistema di security)
- Licenze Software di diritto d'uso illimitato nel tempo
- Servizio di istallazione, configurazione e collaudo

La soluzione deve permettere il massimo livello di operatività centralizzata su tutte le componenti del campo fotovoltaico ed implementare anche meccanismi automatici di salvaguardia della centrale da situazioni critiche. Deve fornire, inoltre, un supporto all'operatività grazie alla gestione dell'inventario, della sicurezza e della manutenzione.

I capitoli seguenti descrivono le principali caratteristiche del sistema.

FUNZIONALITÀ

I punti seguenti illustrano le principali prestazioni richieste alla soluzione:

- **Interfaccia grafica.** Tutte le prestazioni offerte sono facilmente attivabili da interfaccia grafica. Tale interfaccia è disegnata per evidenziare più chiaramente e facilmente possibile le informazioni più salienti e per facilitare l'analisi delle anomalie.
- **Database persistente ad alta capacità in completo controllo del cliente.**
- **Capacità del database tale da mantenere i dati relativi almeno agli ultimi 12 mesi di funzionamento dell'impianto.**
- **Soluzioni di Business Continuity (back-up locali o remoti, disk mirroring, etc..) su richiesta del cliente.**

- **Modellazione della centrale fotovoltaica.** La soluzione deve gestire e memorizzare nel database una modellazione dell'impianto in tutte le sue parti gestendo ed evidenziando tutte le relazioni funzionali e logiche tra di esse.
- **Identificazione logica univoca di tutte le componenti del campo fotovoltaico** che mappa anche esattamente l'identificazione fisica.
- **Configurazione di tutte le componenti del campo** (inverters, trackers, contatori UTIF, stazioni meteo, DIA 4N, sensori, interruttori) da una postazione di lavoro centralizzata (locale o remota).
- **Monitoraggio allarmi.** Tutti gli allarmi generati da un qualsiasi dispositivo di campo sono rilevati in tempo reale e memorizzati nel database.
- **Notifiche.** E' possibile settare nel sistema un insieme di soglie relative a condizioni critiche quali surriscaldamento dei pannelli, vento forte, cali di rendimento, oppure allarmi di sistema quali superamento delle soglie di riempimento del database a fronte delle quali sono innescate delle manovre automatiche di minimizzazione del rischio.
- **Produzione di Notifiche preventive dello stato di saturazione del database delle prestazioni.**
- **Produzione di Notifiche preventive dello stato di saturazione del database degli allarmi.**
- **Prevenzione di stati di ricopertura del database per ogni tipo di informazione.**
- **Correlazione Allarmi e Notifiche.**
- **Monitoraggio delle prestazioni.** I dati relativi alle prestazioni sono rilevati in tempo reale in tutti i punti critici della rete elettrica (vettori di pannelli, inverters, contatori UTIF) ed evidenziati in varie forme grafiche, correlandoli anche con le informazioni relative alla temperatura ed all'irraggiamento.
- **Archivio storico delle prestazioni.** Il database deve memorizzare i dati di prestazione per almeno un anno. I dati nell'archivio storico possono essere evidenziati graficamente ed esportati in formati compatibili con Excel.
- **Archivio storico degli allarmi.** Il database deve memorizzare lo stato degli allarmi del sistema in momenti successivi in modo da permettere comparazioni molto utili in fase di diagnostica.
- **Archivio storico delle notifiche.** Il database deve memorizzare tutte le notifiche generate da sistema in momenti successivi in modo da permettere comparazioni molto utili in fase di diagnostica.

- **Correlazione tra Allarmi, Notifiche e Prestazioni** per prevenzione di cali di performance ed innesco di azioni di maintenance preventiva.
- **Definizione ed autenticazione degli utenti.** Gli utenti dell'applicazione debbono essere configurati nel sistema prima di poter accedere. Ad ogni utente è associato un profilo, cioè un insieme di diritti ad effettuare una ben precisa serie di operazioni. L'attivazione dei Clients dell'applicazione è filtrata da una procedura di autenticazione tramite login e password.
- **Completo tuning di tutti i parametri di sistema** e facile adattamento ai requisiti specifici di ogni cliente.
- **PV Field Fine Tuning.** La configurabilità della soluzione deve permettere di agire sui parametri complessivi di funzionamento dell'impianto in modo tale da massimizzarne il rendimento in base alle caratteristiche morfologiche del terreno ed alle condizioni meteorologiche specifiche di ogni sito.

RETE LOCALE (LAN) DI CAMPO

Qualsiasi Centrale Fotovoltaica è dotata di una Rete Dati Locale (LAN) che interconnette i vari dispositivi elettronici ed abilita quello scambio di dati che è necessario sia per la Automazione&Controllo dell'impianto sia per il sistema di Sicurezza (Video-sorveglianza, anti-intrusione, etc…).

Gli apparati connessi all'applicazione sono:

- Inverters: connessi mediante linea RS485.
- String-Comb: connessi mediante linea RS485 all' inverter
- Meteo Station: connessa mediante Ethernet, protocollo TCP/IP
- Power Meter: connesso mediante linea RS 485

Tutti i parametri resi disponibili dai sopracitati apparati devono essere accessibili via software sia per la visualizzazione real-time dei valori che caratterizzano il funzionamento sia per la memorizzazione nel data base dell'applicazione, al fine di memorizzare la "storia" delle prestazioni di ogni singolo componente dell'impianto.

CONNESSIONE IN RETE

La gestione dei campi fotovoltaici richiede la gestione di una LAN dedicata alla raccolta dei dati da tutti i dispositivi e di una connessione del Server a rete IP Pubblica o Privata per la connessione del Client di Amministrazione Remoto. La connessione su rete geografica può essere stabilita sulla base di uno dei seguenti modelli:

- a banda larga su fibra, doppino telefonico o via rete mobile
- analogica (connessione ISDN su doppino telefonico, realizzabile dovunque arriva la normale rete telefonica).
- satellitare a bassa banda (e.g. 128 Kbps)

Il tipo di connessione da adottare deve essere analizzato di volta in volta, inoltre potrebbe essere possibile utilizzare anche connessioni già esistenti per altri scopi.

30. SOLUZIONE DI ANTINTRUSIONE E VIDEOSORVEGLIANZA

La risoluzione del problema della sicurezza si impone sin dai primi momenti di realizzazione degli impianti a causa dell'alto valore di mercato dei pannelli fotovoltaici ed a causa delle caratteristiche dei siti di installazione, spesso posizionati in luoghi isolati.

Il sistema è progettato e realizzato per consegnare un sistema di sicurezza integrato per la prevenzione, il monitoraggio, la rilevazione, la registrazione e l'alerting immediato circa intenzioni o attività atte al danneggiamento o al furto delle componenti presenti nell'impianto. Perciò la soluzione di Sicurezza deve essere in grado di risolvere ogni tipo di problematica legata a questo tema:

- Prevenzione e Controllo degli accessi fisici indesiderati (Antintrusione)
- Video Sorveglianza
- Prevenzione di accessi "logici" indesiderati:
- Sicurezza informatica di rete
- Controllo accessi alle applicazioni di gestione (lista utenti autorizzati, meccanismi di login e password, controllo delle azioni di singoli utenti)

ARCHITETTURA DELLA SOLUZIONE

La soluzione prevede i tre seguenti livelli di protezione:

- **1° livello: SICUREZZA PERIMETRALE ATTIVA**
- **2° livello: VIDEOSORVEGLIANZA con Motion detection**
- **3° livello: PROTEZIONE DELLE CABINE**

CABINE DI CAMPO

La cabine (di campo, di ricezione) sono i locali tecnologico del campo. Devono essere previsti appositi sensori di rilevamento di movimento sia all'esterno della cabina sia al

suo interno. Gli accessi alle cabine devono essere dotati di dispositivi a tastiera e lettori di prossimità integrati nel sistema di controllo accessi dell'impianto.

CONTROLLO ACCESSI

I tre livelli di protezione fisica del campo sono affiancati dal sottosistema di controllo degli accessi che ha una funzione trasversale in quanto consente di mettere in pratica le policy di sicurezza da associare a specifiche zone del campo, anche durante i momenti in cui il sistema di allarme a protezione fisica dovesse essere disattivato per consentire attività operative.

Il sottosistema di controllo accessi consente di regolare gli accessi al campo ed alle zone al suo interno che vengono ritenute sensibili, ad esempio la cabina di campo. Usualmente gli utenti autorizzati vengono dotati di appositi badge o codici pin personali, che sono lo strumento che permette al sistema di risalire all'identità. Il sistema e' dotato di componenti software che consentono l'attivazione di nuove utenze, la disabilitazione, la specificazione delle modalità di accesso (fasce orarie, zone) e la consultazione, in locale e remoto, dello storico accessi.

DISPOSITIVI PER VIDEOSORVEGLIANZA, ANTINTRUSIONE E CONTROLLO ACCESSI

Sono di seguito riportate in breve le descrizioni delle componenti rilevanti dell'impianto, che riteniamo essere utili e distintive:

- **Centrale Supervisione, incluso il Software per la gestione delle abilitazioni**
- **Telecamere perimetrali a inseguimento:** con distanza massima pari a 30 mt
- **Digital Video Recording:** con tutte le funzioni necessarie per la videosorveglianza (registrazione, registrazione periodica, registrazione su evento, recupero automatico degli spazi disco su policy di expire).
- **Doppino per il cablaggio per la videosorveglianza**
- **Dispositivi di Controllo accessi**
- **Sistema di protezione perimetrale a cavo microfonico**
- **Barriere a Microonde**
- **Tastiera con display LCD da interno**
- **Sensore volumetrico IR da interno**
- **Altre componenti opzionali per la sicurezza:**
  - sirena antischiuma da esterno;
  - combinatore telefonico autoalimentato GSM/PSTN con scheda vocale;

- o batterie (in centrale ed in campo), che servono a mantenere attive le componenti del sistema di antintrusione in mancanza di tensione di rete;
- o alimentatori in campo, che alimentano a 12Vdc le componenti lontano dalla centrale;
- o UPS e gruppo elettrogeno, se previsti, che mantengono attivi i servizi di videosorveglianza ed antintrusione anche in condizioni di prolungata assenza della tensione di rete.

31. ACCESSIBILITA', UTILIZZO E MANUTENZIONE

Il generatore fotovoltaico sarà costantemente sotto tensione.

L'accessibilità dovrà quindi essere limitata a persone avvertite dei rischi ed a personale specializzato.

I quadri in corrente alternata verranno sistemati in appositi locali tecnici e le manovre sulle apparecchiature potranno essere effettuate solo da personale addestrato od esperto. Questo varrà tanto per la cabina di campo che per la cabina Enel, ove si raccorderà l'impianto.

La lettura del contatore fiscale sarà resa accessibile al personale di controllo.

La manutenzione periodica riguarderà prevalentemente lo stato di funzionamento e l'usura degli inverter, il controllo dell'integrità delle strutture, la verifica dell'usura dei cavidotti e cablaggi, la prova di funzionamento della protezione di interfaccia e la verifica della sua taratura.

I moduli fotovoltaici saranno mantenuti puliti naturalmente dall'acqua piovana. Per operazioni di pulizia aggiuntiva o eccezionale si dovrà prevedere il distacco dell'impianto.

Tutte le apparecchiature elettriche saranno sezionabili per effettuare manutenzioni o sostituzioni.

La rilevazione dei guasti, propedeutica alle attività di manutenzione straordinaria, sarà effettuata tramite un impianto di monitoraggio integrato nei quadri e negli inverter.

Le informazioni relative allo stato elettrico dell'impianto saranno visualizzate con continuità e in tempo reale su PC.

ACCESSIBILITÀ E SICUREZZA

Vengono di seguito descritti i principali criteri utilizzati per garantire la sicurezza elettrica dell'impianto fotovoltaico.

- **Contatti diretti:** la protezione contro i contatti diretti sarà realizzata mediante involucri almeno IP4X. Inoltre gli interruttori presenti nei quadri saranno muniti di modulo differenziale.
- **Contatti indiretti:** il sistema di protezione dai contatti indiretti sarà realizzato tramite sistema TN-S (Terra-Neutro).
- **Dispersore:** picchetto a croce in acciaio zincato posato ad una profondità di 1,5 m.
- **Conduttore di terra:** la sezione del conduttore di terra è almeno uguale a quella del conduttore di fase di sezione maggiore, con un minimo di 16 mmq.
- **Conduttori equipotenziali:** i conduttori equipotenziali principali, che connettono direttamente le masse estranee al nodo di terra, hanno una sezione pari ad almeno la metà di quella del conduttore di protezione di sezione più elevata presente nell'impianto, con un minimo di 6 mmq. I conduttori equipotenziali supplementari servono a collegare tra loro due masse. Nel primo caso la sezione è almeno pari a quella del più piccolo dei conduttori di protezione collegati alle masse mentre nel secondo caso si usa una sezione pari ad almeno la metà del corrispondente conduttore di protezione.
- **Nodo di terra:** è costituito da una barra di acciaio zincato.
- **Collegamento a terra dell'impianto fotovoltaico:** avviene portando il conduttore equipotenziale dell'impianto, di colore giallo-verde, al nodo di terra.
- **Estintori:** in cabina sarà alloggiato a muro un estintore a CO_2 di 5 kg.
- **Cartellonistica:** dovranno essere esposti almeno i seguenti cartelli: "tensione elettrica pericolosa" sulla porta esterna e "istruzioni per soccorso ai colpiti da corrente elettrica".

MANUTENZIONE ORDINARIA PREVENTIVA

Le attività di manutenzione preventiva sono consigliate con cadenza almeno annuale e comprendono una serie di ispezioni e controlli indicati nel seguito.

La manutenzione preventiva sui singoli moduli non richiede la messa fuori servizio di parte o di tutto l'impianto e consiste in:

- **ispezione visiva:** tesa all'identificazione di danneggiamenti ai vetri, deterioramento del materiale usato per l'isolamento interno dei moduli ed eccessiva sporcizia del vetro;
- **controllo cassetta di determinazione:** mirata ad identificare eventuali deformazioni della cassetta di determinazione, la formazione di umidità all'interno, lo

stato dei contatti elettrici delle polarità positive e negative, lo stato dei diodi di by-pass, il corretto serraggio dei morsetti di intestazione dei cavi di collegamento delle stringhe e l'integrità della siliconatura dei passacavi.

La manutenzione preventiva sulle stringhe, viene effettuata dal quadro elettrico in continua e consiste nel controllare, tramite l'ausilio di un normale multimetro, l'uniformità delle tensioni a vuoto e delle correnti di funzionamento per ciascuna delle stringhe che fanno parte dell'impianto.

Per la struttura di sostegno è sufficiente assicurarsi che le connessioni meccaniche bullonate più sollecitate risultino ben serrate, che l'azione del vento non abbia piegato o modificato anche leggermente la geometria dei profili.

La manutenzione preventiva sui quadri elettrici non richiede la messa fuori servizio e consiste in:

- **ispezione visiva:** tesa all'identificazione di danneggiamenti dell'armadio e dei componenti contenuti (riscaldamenti localizzati, danni dovuti ai roditori, ecc.) ed alla corretta indicazione degli strumenti di misura presenti sul fronte quadro;
- **controllo organi di manovra:** per verificare l'efficienza degli organi (interruttori, sezionatori);
- **controllo cablaggi elettrici:** per verificare, con prova di sfilamento, i cablaggi interni dell'armadio (solo in questa fase è opportuno il momentaneo fuori servizio) e il serraggio dei morsetti;
- **controllo elettrico:** per controllare la funzionalità e l'alimentazione del relè di isolamento installato e l'efficienza delle protezioni di interfaccia.

Per quanto riguarda la manutenzione del convertitore statico è consigliabile attenersi alle indicazioni contenute nel "manuale d'uso e manutenzione" che accompagna la macchina. In genere, le operazioni di manutenzione preventiva sono limitate ad una ispezione visiva mirata ad identificare danneggiamenti meccanici dell'armadio di contenimento, infiltrazioni di acqua, formazione di condensa, eventuale deterioramento dei componenti contenuti e controllo della corretta indicazione degli strumenti di misura presenti. E' consigliabile eseguire tutte le operazioni con l'impianto fuori servizio.

La manutenzione preventiva sui cavi elettrici di cablaggio non necessita di fuori servizio e consiste, per i soli controlli a vista, in un'ispezione visiva tesa all'identificazione di danneggiamenti, bruciature, abrasioni, deterioramento isolante, variazioni di colorazione del materiale usato per l'isolamento e fissaggio nei punti di ancoraggio (per esempio, la struttura di sostegno dei moduli).

32. VERIFICA TECNICO FUNZIONALE

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato con componenti che assicurano l'osservanza delle condizioni di cui all'articolo 4, comma 4, del DM 28 luglio 2005:

a) **Pcc > 0,85 * Pnom * I / Istc**

dove:

- Pcc è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del ±2%;
- Pnom è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;
- I è l'irraggiamento [W/m2] misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del ±3%;
- Istc, pari a 1000 W/m2, è l'irraggiamento in condizioni di prova standard.

b) **Pca > 0,9 * Pcc**

dove:

- Pca è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, con precisione migliore del 2%.

Tale condizione deve essere verificata per Pca > 90% della potenza di targa del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata.

33. NOTE AGGIUNTIVE

DIMENSIONAMENTO CONDUTTORI

Il dimensionamento dei conduttori relativi all'impianto elettrico in questione è stato effettuato cercando come obiettivo una caduta di tensione complessiva minore del 2% e verificato in maniera computerizzata utilizzando le seguenti formule di elettrotecnica:

- ***Calcolo Corrente nominale***

Ib = P / 1,73 * V * cos Φ (A) (per circuiti trifase)

essendo: P = potenza del circuito in kW

V = tensione nominale concatenata (400V)

Ib = P / V * cos Φ (A) (per circuiti monofase)

essendo:
P = potenza del circuito in kW
V = tensione nominale di fase (230V)

- ***Calcolo Caduta di tensione nominale***

dV% = [[K* (R cos Φ + X sen Φ)] / (1000 * V)] * I * L * 100

essendo:
L = lunghezza del circuito in metri
I= corrente d'impiego del circuito
V = tensione nominale
R = resistenza della conduttura Ohm / Km
X = reattanza della conduttura Ohm / Km
K = 2 (circuiti monofase) – 1,73 (circuiti trifase)

PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI (SOVRACCARICHI E CORTO CIRCUITO)

Per il dimensionamento dei conduttori ai fini della protezione contro le sovracorrenti si è proceduto nel modo seguente:

- si determina innanzitutto la corrente d'impiego (Ib), la corrente cioè che deve circolare nella conduttura, sulla base delle potenze assorbibili nei vari utilizzatori;
- si sceglie la corrente nominale (In) del dispositivo di protezione contro le sovracorrenti;
- si determina in prima approssimazione la sezione (S) del conduttore sulla base della sua portata (Iz) nella condizione di posa scelta, verificando che sia soddisfatta la prima relazione riguardante la protezione contro i sovraccarichi:

  $$Ib \leq In \leq Iz$$
- si ricerca, la corrente di funzionamento (If) del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite (stabilito dalle Norme di prodotto), verificando che sia soddisfatta anche la seconda relazione riguardante la protezione contro i sovraccarichi:

  $$If \leq 1,45\ Iz$$
- si ricerca il valore di I^2t (energia specifica passante) lasciato passare dal dispositivo di protezione contro i corto circuiti;

- si sceglie il valore del coefficiente K relativo al conduttore da proteggere (per esempio K=115 per cavi in rame isolati con PVC, K=135 per cavi in rame isolati con gomma ordinaria o con gomma butilica e K=143 per cavi in rame isolati con EPR) e si determina il seguente valore :

$$K^2 S^2$$

(S = sezione in mm²) che indica il valore dell'energia specifica sopportabile dal conduttore;

- si verifica che sia soddisfatta la seguente relazione riguardante la protezione contro i corto circuiti (CEI 64-8 art. 434.3.2)

$$I^2 t \leq K^2 S^2$$

- con: I = corrente effettiva di cortocircuito in ampere, espressa in valore efficace

  t = durata in secondi

IL PROGETTISTA

Ing. Vincenzo Ierace